

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-034656

(43)Date of publication of application : 12.02.1993

(51)Int.Cl.

G02F 1/13  
G02B 3/00  
G02F 1/137

(21)Application number : 03-193183

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 01.08.1991

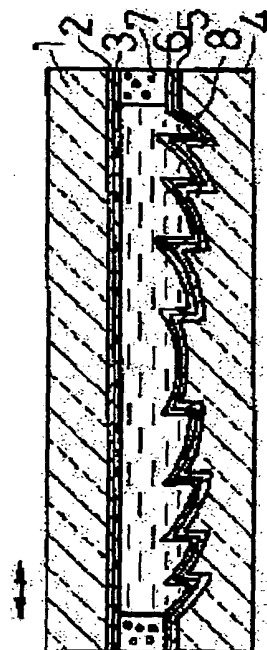
(72)Inventor : HIBINO KOETSU  
YOKOISHI SHOJI

## (54) FOCAL LENGTH VARIABLE LIQUID CRYSTAL LENS

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the focal length variable liquid crystal lens which does not require polarizing plates and is simple in construction.

CONSTITUTION: A liquid crystal 8 having positive dielectric anisotropy is sealed between a pair of transparent substrates 1 and 4 to form a liquid crystal cell. The liquid crystal 8 turns to a cholesteric phase having the spiral structure of planar molecular arrangement at the time of non-impression of an electric field and turns to a nematic phase of homeotropin molecular arrangement when the liquid crystal is impressed with the electric field. The liquid crystal cell is a PC type liquid crystal cell. The liquid crystal molecules are twisted and arranged by  $360^\circ$  in the major axis direction thereof and the polarization components in all the directions of incident light with the liquid crystal molecules arranged in such a manner turn to extraordinary rays at the time of the non-impression of the electric field. The liquid crystal molecules gradually change the major axis direction thereof in the electric field direction when the liquid crystal is impressed with the electric field and, therefore, the apparent refractive index of the liquid crystal 8 changes continuously from the value to extraordinary light to the value to ordinary light for the polarization components of all the directions. The effect of varying the focal length is thus attained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5 - 3 4 6 5 6

(43) 公開日 平成 5 年 ( 1 9 9 3 ) 2 月 1 2 日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G02F 1/13	505	8806-2K		
G02B 3/00		2 8106-2K		
G02F 1/137		7610-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平 3 - 1 9 3 1 8 3

(22) 出願日 平成 3 年 ( 1 9 9 1 ) 8 月 1 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 3 2 0 7

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(72) 発明者 日比野 光悦

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 横石 章司

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

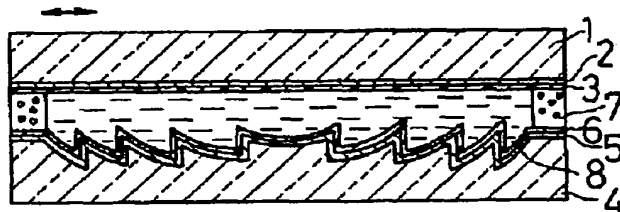
(74) 代理人 弁理士 大川 宏

(54) 【発明の名称】 焦点距離可変液晶レンズ

(57) 【要約】

【目的】 偏光板が不要で構造が簡単な焦点距離可変液晶レンズを提供する。

【構成】 一对の透明基板 1、2 間に誘電異方性が正の液晶 8 を封入し液晶セルを構成する。液晶 8 は、電界無印加時にプレーナ分子配列のらせん構造をもつコレステリック相となり、電界印加時にホメオトロピック分子配列のネマティック相となるもので、上記液晶セルは P C 型液晶セルである。電界無印加時、液晶分子はその長軸方向が 3 6 0 度ねじれて配列しており、このように配列された液晶分子に対して入射光のあらゆる方向の偏光成分が異常光線となる。電界印加により、液晶分子はその長軸方向が電界方向に徐々に向きを変えるので、上記あらゆる方向の偏光成分に対して液晶 8 のみかけの屈折率は異常光に対する値から常光に対する値まで連続的に変化する、焦点距離可変の効果を受ける。



1...平板ガラス

2...第 1 透明導電膜

3...第 1 配向膜

4...フレネルレンズ基板

5...第 2 透明導電膜

6...第 2 配向膜

8...液晶

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レンズの形状を有し、相対向する内周面にそれぞれ配向膜をもつ一對の透明基板で画定された空間に液晶が封入された液晶セルにより構成され、外部からの電界又は磁界の印加により液晶分子の配向状態を制御して液晶セルのみかけの屈折率を連続的に変化させるようにした焦点距離可変液晶レンズであって、前記液晶セルがブレナ分子配列のらせん構造をもつ P C 型液晶セルであることを特徴とする焦点距離可変液晶レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は、焦点距離可変液晶レンズに関する。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 従来より、液晶の電気光学効果を利用して焦点距離を可変とした焦点距離可変液晶レンズが知られている。例えば、特開昭 6 0 - 5 0 5 1 0 号公報には、レンズの形状を有し、一對の透明基板で画定された空間に誘電異方性が正の電界効果形液晶を封入した液晶セルよりなり、液晶分子を基板に平行となるように一方向に配向させた焦点距離可変液晶レンズが開示されている。

【 0 0 0 3 】 この液晶レンズにしきい値以上の交流電圧を印加すると、電子分極により分極している液晶分子は長軸の向きを電圧印加方向に変える。このため、印加電圧の大きさを制御することにより、基板に平行に配向していた液晶分子の長軸の向きを基板に対して垂直方向に連続的に変えることができる。したがって、液晶分子の配向の方位に偏光した入射光に対して、液晶セルのみかけの屈折率は異常光に対する値から常光に対する値まで連続的に変化する。このように、印加電圧により液晶分子の配向方向を制御して液晶セルのみかけの屈折率を変化させることにより、レンズの焦点距離を異常光に対する値から常光に対する値まで連続的に変化させることができる。

【 0 0 0 4 】 なお、基板に対して垂直配向させた誘電異方性が負の液晶を用いると、印加電圧に対する焦点距離の変化が逆になる。また、磁界を加えても液晶分子の配向状態を変えることができるので、磁界による焦点距離可変のレンズとすることもできる。

## 【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記従来の焦点距離可変液晶レンズでは、入射光の偏光方向を液晶分子の配向方向に一致させるために、偏光板を必要とする。このため、常に偏光板による 6 0 ~ 7 0 % の透過損失が避けられず、明るい焦点距離可変レンズとすることができないという問題点がある。

【 0 0 0 6 】 このような問題点を解決するものとして、偏光板を不要とした焦点距離可変液晶レンズが特開昭 6

0 - 5 1 8 1 8 号公報に開示されている。この液晶レンズは、同一の特性を有する 2 枚の液晶による焦点距離可変レンズ A、B を、電圧を印加していないときの各々の液晶分子の配向方向が互いに直交するように重ね合わせた構造としたものである。このレンズで、偏光板が不要となる理由は以下の通りである。

【 0 0 0 7 】 入射光は、互いに直交する 2 つの偏光成分、つまりレンズ A の液晶分子の配向方向とレンズ B の液晶分子の配向方向とに分解することができる。まず、レンズ A における配向方向と平行な偏光成分がレンズ A に入射した場合を考える。この偏光成分はレンズ A に対して異常光線となる。したがって、この状態でレンズ A に電圧を印加すると、液晶分子は電圧に応じて徐々に電極に垂直な方向に向きを変えるので、異常光線成分に対して液晶レンズ A のみかけの屈折率は異常光に対する値から常光に対する値まで連続的に変化する。焦点距離可変の効果を受けることができる。このレンズ A に対しての異常光線成分はレンズ B では常光成分となるため、みかけの屈折率は変化せず焦点距離可変の効果を受けない。したがって、そのまま直進する。一方、もう一方の入射光成分であるレンズ A で常光に相当する偏光成分はレンズ A ではみかけの屈折率は変化せず、焦点距離可変の効果は受けないが、レンズ B では異常光に相当する成分となるため、上述のレンズ A に異常光が入射した場合と同様に、液晶レンズ B のみかけの屈折率は変化し焦点距離可変の効果を受けることになる。ここで、レンズ A 及びレンズ B に同じ電圧を印加すれば互いに等しい焦点距離可変の効果および及ぼすことになる。したがって、2 枚の焦点距離可変レンズの光軸方向を互いに直交するように重ねることにより、あらゆる方向に対して焦点距離可変のレンズとして動作することとなり、偏光板を使用することなく入射光の偏光方向に無関係に焦点距離を可変できるレンズとすることができる。

【 0 0 0 8 】 このように、上記特開昭 6 0 - 5 1 8 1 8 号公報に開示された焦点距離可変液晶レンズでは、偏光板を不要にすることはできたが、偏光板を不要とするためにレンズを 2 枚必要とするので、構造が複雑で、かさばり重くなるという欠点がある。本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、偏光板が不要で、かつ構造が簡単な焦点距離可変液晶レンズを提供することを解決すべき技術課題とするものである。

## 【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】 本発明の焦点距離可変液晶レンズは、レンズの形状を有し、相対向する内周面にそれぞれ配向膜をもつ一對の透明基板で画定された空間に液晶が封入された液晶セルにより構成され、外部からの電界又は磁界の印加により液晶分子の配向状態を制御して液晶セルのみかけの屈折率を連続的に変化させるようにした焦点距離可変液晶レンズであって、前記液晶セルがブレナ分子配列のらせん構造をもつ P C 型液晶セ

3

ルであることを特徴とする。

【0010】上記プレナ分子配列とは、液晶分子の長軸方向が透明基板に平行な方向に揃い、らせん軸が透明基板に垂直となった分子配列をもっていることをいう。本発明の焦点距離可変液晶レンズを構成する液晶セルは、らせん構造をもつPC型液晶セルである。また、本発明では、誘電異方性が正の液晶を用いることができる。本発明に係るPC型液晶セルに電界又は磁界を印加しない状態では基板に平行ならせん構造をもつコレステリック相で、電界又は磁界を印加した状態ではらせん構造が解けて液晶分子が電界又は磁界方向に揃ったホメオトロピック分子配列のネマティック相に相転移する。

【0011】なお、コレステリック液晶、カイラルネマティック液晶、又はネマティック液晶にコレステリック液晶やカイラルネマティック液晶を添加して調製した液晶を透明基板で画定された空間に封入することによりPC型液晶セルとすることができる。また、本発明にかかるPC型液晶セルの液晶がらせん構造をもつコレステリック相にあるときは、1ピッチの長さとして液晶セルのセルギャップとの関係に応じて0.5ピッチ、1ピッチ、1.5ピッチ、2ピッチ、……のらせん構造で存在する。なお、らせん構造の1ピッチとは、らせんの回転が360度回転していることをいい、1ピッチの長さとはらせんの回転が360度回転したときの相の厚みをいう。このため、焦点距離を可変する有効なレンズ域において、液晶セルの最小セルギャップを、コレステリック相の液晶が0.5ピッチのらせん構造をもつて存在し得るように確保する必要がある。このように、0.5ピッチのらせん構造をもつコレステリック相の液晶においては、液晶分子の長軸が180度振れていることになる。

【0012】

【作用】本発明の焦点距離可変液晶レンズでは、電界又は磁界の無印加時、液晶分子の長軸方向が透明基板に平行な方向に揃い、かつ液晶分子の長軸が180度もしくはそれ以上振れて配列している。このため、上記のように配列した液晶分子に対して、入射光のあらゆる方向の偏光成分が異常光線となる。

【0013】そして、電界又は磁界を印加すると、らせん構造が解けて液晶分子は基板に垂直な方向に向きを変えるので、上記入射光の異常光線成分に対して液晶のみかけの屈折率は異常光に対する値から常光に対する値まで連続的に変化し、焦点距離可変の効果を受けることができる。したがって、本発明の焦点距離可変液晶レンズでは、入射光の偏光方向に無関係に焦点距離を可変できる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例を説明する。図1の断面図に示す本実施例の焦点距離可変液晶レンズは、平板ガラス（本発明の透明基板をなす）1と、平板ガラス1の内周面に形成された第1透明導電膜2と、第

4

1透明導電膜2の表面に形成された第1配向膜3と、フレネルレンズ基板（本発明の透明基板をなす）4と、フレネルレンズ基板4の内周面に形成された第2透明導電膜5と、第2透明導電膜5の表面に形成された第2配向膜6と、平板ガラス1及びフレネルレンズ基板4の周囲を封止して密閉空間を形成するエポキシ樹脂よりなるシール剤7と、上記密閉空間内に封入された液晶8とから構成されている。なお、第1透明導電膜2及び第2透明導電膜5は、図示しない電界印加手段に接続されている。また、第1配向膜3及び第2配向膜6は、それぞれポリビニルアルコール溶液を塗布し、図1の左右方向にラビング処理して形成したものである。

【0015】上記フレネルレンズ基板4としては、焦点距離が100mm、溝ピッチが0.05mm、溝の最大深さが約19 $\mu$ m、寸法が40mm×40mmの凹状レンズ基板を用いた。またシール剤7の厚さは6 $\mu$ mとした。これにより、平板ガラス1とフレネルレンズ基板4との間のセルギャップは6～25 $\mu$ mに設定されている。

【0016】上記液晶8としては、ネマティック液晶（ZLI-1840）にカイラルネマティック液晶（CB15）を0.8wt%添加して調製したものを用いた。これは誘電異方性が正の液晶で、室温におけるらせん構造の1ピッチの長さが約19 $\mu$ mのものである。このため本実施例の液晶レンズにおいて、電界無印加時の液晶分子状態を図2の模式図に示すように、セルギャップが小さい（6～14.5 $\mu$ m）図2のAの範囲では液晶8が0.5ピッチのらせん構造をもち、セルギャップが大きい（14.5から25 $\mu$ m）図2のbの範囲では液晶8が1ピッチのらせん構造をもっている。したがって、本実施例の液晶レンズを構成する液晶セルはプレナ分子配列のらせん構造をもつPC型液晶セルとなされている。

【0017】本実施例の焦点距離可変液晶レンズでは、電界無印加時（図2の状態）、液晶8が0.5ピッチ又は1ピッチのらせん構造をもつコレステリック相であり、液晶分子の長軸方向が透明基板に平行な方向に揃い、かつ液晶分子の長軸が360度振れて配列している。このため、上記のように配列した液晶分子に対して、本実施例の焦点距離可変液晶レンズに入射する入射光におけるあらゆる方向の偏光成分が異常光線となる。

【0018】そして、電界を印加すると（図3の状態）、らせん構造が解けて液晶分子は基板に垂直な方向に向きを変えてホメオトロピック分子配列のネマティック相に相転移するので、上記入射光の異常光線成分に対して液晶8のみかけの屈折率は異常光に対する値から常光に対する値まで連続的に変化し、焦点距離可変の効果を受けることができる。

【0019】したがって、本実施例の焦点距離可変液晶レンズは、偏光板を使用することなく、入射光の偏光方

向に無関係に焦点距離を可変できる。しかも、本実施例の液晶レンズは単独の P C 型液晶セルより構成されているので、その構造が簡単で、薄型軽量化を図ることができる。なお、上記第 1 配向膜 3 及び第 2 配向膜 6 の配向処理方向が互いに垂直方向となるようにすることもできる。さらに上記実施例では、電界を印加することにより液晶分子の配向状態を制御する例を示したが、磁界を印加する場合にも本発明を適用することができる。

【 0 0 2 0 】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の焦点距離 10 可変液晶レンズは、偏光板を用いることなく、単独の液晶セルで入射光の偏光方向に無関係に焦点距離を可変で

き、構造の簡素化及び薄型軽量化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施例の焦点距離可変液晶レンズを示す断面図である。

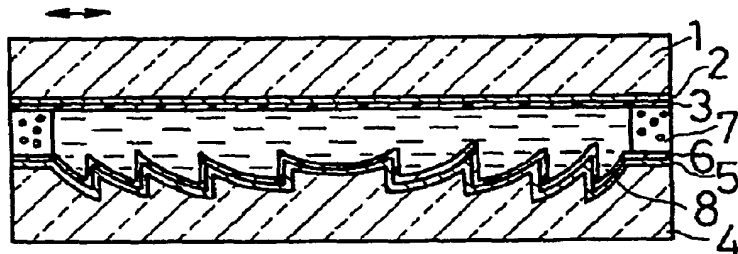
【図 2】上記焦点距離可変液晶レンズの電界無印加時における液晶分子の状態を模式的に示す図である。

【図 3】上記焦点距離可変液晶レンズの電界印加時における液晶分子の状態を模式的に示す図である。

【符号の説明】

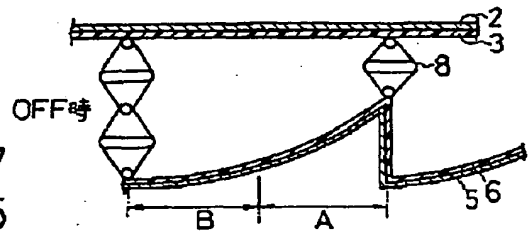
1 は平板ガラス、2 は第 1 透明導電膜、3 は第 1 配向膜、4 はフレネルレンズ基板、5 は第 2 透明導電膜、6 は第 2 配向膜、7 はシール剤、8 は液晶である。

【図 1】



- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1…平板ガラス     | 5…第 2 透明導電膜 |
| 2…第 1 透明導電膜 | 6…第 2 配向膜   |
| 3…第 1 配向膜   | 8…液晶        |
| 4…フレネルレンズ基板 |             |

【図 2】



【図 3】

